


DE4330054

Patent number: DE4330054
Publication date: 1994-04-07
Inventor: CUDAK MARK C (US); HIBEN BRADLEY M (US); LO GALBO ROBERT D (US)
Applicant: MOTOROLA INC (US)
Classification:
- international: **H04H3/00; H04H3/00;** (IPC1-7): G01S5/12; H04B7/005; H04B7/22
- european: H04H3/00
Application number: DE19934330054 19930906
Priority number(s): US19920956187 19921005

Also published as: GB2271248 (A)**Report a data error here**

Abstract not available for DE4330054

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 43 30 054 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁵:
H 04 B 7/005
H 04 B 7/22
// G01S 5/12

②1 Aktenzeichen: P 43 30 054.5
②2 Anmeldetag: 6. 9. 93
④3 Offenlegungstag: 7. 4. 94

DE 43 30 054 A 1

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1
05.10.92 US 956187

⑦1 Anmelder:
Motorola, Inc., Schaumburg, Ill., US

⑦4 Vertreter:
Grünecker, A., Dipl.-Ing.; Kinkeldey, H., Dipl.-Ing.
Dr.-Ing.; Stockmair, W., Dipl.-Ing. Dr.-Ing. Ae.E. Cal
Tech; Schumann, K., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Jakob,
P., Dipl.-Ing.; Bezold, G., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.;
Meister, W., Dipl.-Ing.; Hilgers, H., Dipl.-Ing.;
Meyer-Plath, H., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Ehnold, A.,
Dipl.-Ing.; Schuster, T., Dipl.-Phys.; Goldbach, K.,
Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Aufenanger, M., Dipl.-Ing.;
Klitzsch, G., Dipl.-Ing.; Vogelsang-Wenke, H.,
Dipl.-Chem. Dipl.-Biol. Univ. Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte,
80538 München

⑦2 Erfinder:
Cudak, Mark C., Mount Prospect, Ill., US; Hiben,
Bradley M., Glenn Ellyn, Ill., US; Lo Galbo, Robert D.,
Elk Grove Village, Ill., US

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Simultanübertragungssystem

⑤7 Ein Simultanfernübertragungssystem übermittelt Nachrichten-
signale, die selektive Ruftöne umfassen, die von einer
Nachrichtenquelle ausgehen, zu einem geographischen Flä-
chenbereich. Das Simultansystem umfaßt eine Steuerein-
heit, die zwischen der Nachrichtenquelle und einer Mehrzahl
der Fernstationssender zum Austausch der Nachrichtensi-
gnale verbunden ist, die selektive Ruftöne dazwischen
enthalten. Die Steuereinheit und die Mehrzahl der Sendesta-
tionen sind durch eine Mehrzahl von Zwischenverbindungen
verbunden, die jeweils eine zugehörige Ausbreitungszeit-
Verzögerungscharakteristik besitzen. Das Simultansystem
setzt Phasenzahlen ein, die der Startphase der selektiven
Ruftöne zugeordnet sind, um eine genaue Rekonstruktion
der selektiven Ruftöne zu ermöglichen. Die Steuereinheit
verbindet die Nachrichtensignale mit der Startzeit und der
Phasenzahl, um ein Nachrichtenpaket zu bilden, und sendet
das Nachrichtenpaket zu mindestens einer der Mehrzahl der
Sender über mindestens eine der Mehrzahl der Zwischen-
verbindungen.

DE 43 30 054 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 02. 94 408 014/435

14/42

Sachgebiet der Erfindung

Diese Erfindung betrifft allgemein Simultanfunkübertragungssysteme und insbesondere solche Systeme, die Informationssignale starten müssen, die selektive Nachrichtensignale zu einer vorgegebenen Zeit umfassen.

Gegenstand der Erfindung

Die Verwendung einer Simultanübertragung, um den effektiven Überdeckungsbereich von mobilen Landfunksystemen zu erhöhen, ist nach dem Stand der Technik bekannt. Bei der Simultanübertragung werden zwei oder mehr Sender, die identische Informationen gleichzeitig auf derselben Frequenz verbreiten, derart angeordnet, daß eine fortlaufende Überdeckung über einen größeren Abdeckungsbereich erhalten wird, im Gegensatz zu derjenigen, die durch Sender überdeckt werden kann, die alleine arbeiten. Simultanübertragungssysteme erfordern, daß die Basisbandsignale zu einer genau gesteuerten Zeit übertragen werden. Falls das Signal durch verschiedene Sender zu der falschen Zeit übertragen wird, tritt eine Verzerrung in dem Flächenbereich auf, in dem die Signale von beiden Sendern mit ähnlichen Signalstärken empfangen werden. Dieser Verzerrungseffekt ist vorhanden, wenn verschiedene Signale an dem Empfangsende mit etwas schwachen Phasen- oder Zeitdifferenzen zueinander ankommen.

Fig. 6 zeigt eine vereinfachte graphische Darstellung eines typischen Simultanfunkübertragungssystems 100. Dieses System weist zwei Basisstationen oder Fernstationssender 101, 103 (stationäre Sender) auf. Der Fernstationssender 101 besitzt einen zugeordneten Überdeckungsbereich 111, innerhalb dem Teilnehmereinheiten 105, 107 jeweils in der Lage sind, gesendete Nachrichtenübertragungen 119 und 117 zu umfassen. In ähnlicher Weise besitzt der Fernstationssender 103 einen zugeordneten Überdeckungsbereich 113, innerhalb dem Teilnehmereinheiten 107, 109 jeweils in der Lage sind, gesendete Nachrichtenübertragungen 118 und 121 zu empfangen. Es ist anzumerken, daß die Überdeckungsbereiche 111 und 113 durch ihre Anordnung einen überlappenden Abdeckungsbereich 115 besitzen, innerhalb dem eine Teilnehmereinheit 107 Übertragungen von beiden Sendern empfängt. Es ist dieser überlappende Überdeckungsbereich 115, der eine Simultansendetechnologie einsetzt, um die jeweiligen Überdeckungsbereiche der eingesetzten Sendestellen zu erhöhen. Dementsprechend werden diese Übertragungen 117, 118 durch die Teilnehmereinheit 107 als ein einziges Signal wahrgenommen.

Fig. 7 zeigt ein vereinfachtes Blockschaltbild eines typischen Simultanfunkübertragungssystems 200. Eine typische Übertragungsfolge beginnt, wenn eine Nachrichtenquelle 202 (beispielsweise eine Konsole, ein Radio(-sender), ein Schlüssel-Management-Center (Key-Management-Center — KMC) usw.) ein Nachrichtensignal, das übertragen werden soll, zu einer oder mehreren Überdeckungsbereichen sendet. Mit dem Empfang des Nachrichtensignals verteilt die Steuereinheit 204 das Nachrichtensignal zu einem oder mehreren entfernt angeordneten stationären Sendern (Fernstationssendern (z. B. 208, 210)). Diese Verteilung wird typischerweise über ein teures Mikrowellenverteilungssy-

stem 206 durchgeführt, das z. B. Zwischenverbindungen 214, 216 besitzt. Wenn das Nachrichtensignal an dem Fernstationssender, zum Beispiel einem Sender 208, empfangen worden ist, wird die Nachricht zu einer dieser auf Empfang stehenden mobilen Teilnehmereinheiten innerhalb des Überdeckungsflächenbereichs für diese Station übertragen.

Aufgrund der kritischen Zeitablaufanforderungen der Simultanübertragung müssen die Zwischenverbindungen präzise kalibriert oder vernetzt werden, indem eine variable Verzögerung innerhalb des Empfangsmodem an jedem Fernstationssender verwendet wird. Eine solche Kalibrationsbeibehaltung ist erforderlich, um sicherzustellen, daß die gesamten Ausbreitungsverzögerungen über sämtliche Zwischenverbindungen identisch sind. Es wird eine Mikrowellenverteilung(-übertragung) verwendet, da andere Verfahren, wie beispielsweise Telefonleitungen, keine konstante Ausbreitungsverzögerungen über die Zeit aufrechterhalten, wodurch mehr Frequenz-Erhaltungszyklen erforderlich sind. Zusätzlich sind vom Kunden eingebaute Modems erforderlich, um das erforderliche Frequenzansprech-Spurverhalten aufrecht zu erhalten und die erforderlichen Anordnungen zu bilden. Diese sind sehr kostenintensiv, wenn sie mit den gebrauchsfertigen Modems verglichen werden, die derzeit erhältlich sind. Weiterhin muß das System gelegentlich netzwerkmäßig eingestellt werden, was gewöhnlich von einer zentralen Stelle durchgeführt wird, an der Signale von der Übertragungsstelle empfangen und von der Signalverzögerungen gemessen werden können. Testsignale und eine teure Meßausstattung werden verwendet, um die Signalverzögerung für jede Station zu ermitteln, während ein Datennetzwerk verwendet wird, um diese gemessenen Verzögerungen einzustellen. Es bestehen billigere Kalibrationssysteme, allerdings genügen diese nicht sehr gut den Anforderungen an Systeme, die hohe Datengeschwindigkeitsübertragungsraten verwenden, wie beispielsweise diejenigen in einem typischen Simultanumgebungsbetrieb bei oder über 9600 Bits/Sekunden.

Derzeitige Simultanübertragungssysteme verwenden hochgenaue Zeitquellen, wie beispielsweise diejenigen, die für Global-Positioning-System-Zeitempfänger (GPS) eingesetzt werden, um die Übertragungszeit an den verschiedenen Simultanübertragungsstationen zu synchronisieren. Diese Systeme synchronisieren digitale Signale und Stimmenbandsignale, die zu den Sendestationen durch digitale Netzwerke durch Anhängen von "Start-Zeit" (Launch Time)-Informationen zu dem Signal anhängig werden, um dem Sender die Zeit mitzuteilen, zu der das Signal zu übertragen ist. In diesem System werden selektive Ruftöne erzeugt und durch den Sender hinzugefügt, da Niederfrequenzöne typischerweise nicht durch ein Stimmenbandnetzwerk hindurchgelassen werden. Diese Töne sind hoch phasensensitiv und müssen mit derselben Phase von den Fernstationssendern übertragen werden, um das Auftreten von Fehlern an den Empfangseinheiten zu verhindern. Ein Problem entsteht dahingehend, wie die Phase des selektiven Ruf-Tons gesteuert (eingestellt) werden soll, wenn Unterbrechungen des Verteilungsnetzwerks auftreten können, und es erforderlich wird, eine minimale Kollision zu erhalten. Bei dem derzeitigen Stand der Technik führt eine Unterbrechung einer Informationsübertragung zu einem der Vielzahl der Simultansender dazu, daß ein selektiver Rufton des Senders ständig außerhalb der Phase mit dem selektiven Rufton der anderen Sendeempfänger ist.

Dementsprechend besteht ein Bedarf für ein Simultanfunktommunikationssystem, das sowohl dazu geeignet ist, das kritische Zeitverhalten als auch die Phasenanforderungen der Simultanübertragung zu erfüllen.

Zusammenfassung der Erfindung

Die vorliegende Erfindung schließt ein Simultanfunktübertragungssystem zur Übertragung von Nachrichtensignalen ein, das selektive Ruftöne umfaßt, die von einer Nachrichtenquelle zu einem geographischen Flächenbereich hin abgehen. Das Simultanfunktssystem umfaßt eine zentrale Steuereinheit, die zwischen der Nachrichtenquelle und einer Vielzahl von Fernübertragungsstationen zum Austausch von Nachrichtensignalen zwischen diesen verbunden ist. Zur Verbindung der Steuereinheit mit der Vielzahl der Übertragungsstationen ist eine Vielzahl von Zwischenverbindungen verbunden, von denen jede eine damit zusammenhängende Ausbreitungsverzögerungs-Zeitcharakteristik besitzt. Das Simultanübertragungssystem verwendet ein präzises Referenzzeitgebersignal zur Berechnung einer Startzeit, wobei diese Berechnung auch eine vorgegebene Ausbreitungsverzögerungszeit zur Ermittlung der Startzeit verwendet. Die Steuereinheit verbindet dann die Nachrichtensignale mit der Startzeit und einer selektiven Ruftonphasenzahl, um ein Informationspaket aufzustellen und sendet das Nachrichtenpaket(-bündel) zu mindestens einer der Vielzahl der Sender über mindestens eine der Mehrzahl der Zwischenverbindungen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Fig. 1 zeigt ein vereinfachtes Blockschaltbild eines Simultanfunktübertragungssystems, das ein GPS-Zeitreferenzsignalschema gemäß der vorliegenden Erfindung einsetzt.

Fig. 2 zeigt ein vereinfachtes Blockschaltbild der Hardware-Komponenten, aus denen eine Simultanfunktübertragungssystem-Steuereinheit gemäß der vorliegenden Erfindung aufgebaut ist.

Fig. 3 zeigt ein vereinfachtes Blockschaltbild der Hardware-Komponenten, aus denen eine Simultanfunktübertragungssystem-Empfangsstationssendeinheit gemäß der vorliegenden Erfindung aufgebaut ist.

Fig. 4 zeigt ein Flußdiagramm, das die Betriebsweise der Simultanfunktübertragungs-Empfangsstationssendeinheit, die in Fig. 5 dargestellt ist, gemäß der vorliegenden Erfindung erläutert.

Fig. 5 zeigt ein Flußdiagramm, das die Betriebsweise der Simultanfunktübertragungs-Steuereinheit gemäß der vorliegenden Erfindung, die in Fig. 3 dargestellt ist, erläutert.

Fig. 6 zeigt eine graphische Darstellung eines Teil-Simultanfunktübertragungssystems nach dem Stand der Technik, das die jeweiligen Überdeckungsflächenbereiche der zwei Empfangsstationsempfänger darstellt.

Fig. 7 zeigt ein vereinfachtes Blockschaltbild eines typischen Simultanfunktübertragungssystems, das nach dem Stand der Technik bekannt ist.

Detaillierte Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform

Fig. 1 zeigt ein vereinfachtes Blockschaltbild eines Simultanfunktübertragungssystems 250 gemäß der vorliegenden Erfindung. Eine Nachrichtenquelle 202 sendet ein Nachrichtensignal zu einer Steuereinheit 204. Beim

Empfang wandelt die Steuereinheit 204, falls dies notwendig ist, das empfangene Nachrichtensignal, bei dem es sich entweder um eine analoge oder eine digitale Form handelt, in eine digitale Form, bevor es durch die entsprechenden Sender, zum Beispiel Sender 208, 210, führt. Zusätzlich setzt die vorliegende Erfindung Präzisionsempfänger 219, 221 ein, um die kritischen Zeitabläufe des Simultanfunktübertragungssystems zu erfüllen. Bei der bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird ein um eine Erdumlaufbahn umlaufender Satellit 201 verwendet, um ein Präzisionszeitsignal zu jeder der entsprechenden Antennen 203, 207, 209, 211 innerhalb des Systems zu übertragen. Diese Antennen/Empfänger-Kombinationen, zum Beispiel eine Antenne 203 in Verbindung mit einem Empfänger 219, werden dazu verwendet, eine exakte oder absolute Zeitreferenz für die Steuereinheit und die Fernübertragungsstationssender innerhalb des Simultanfunktssystems zu bilden. Bei einem Einspeisungsende berechnet die Steuereinheit 204 eine "Start"-Zeit (z. B. eine vorgegebene, exakte Zukunftszeit, an der die gepufferten Nachrichtendaten zu dem Übertragungsende der Fernstationssendeinheit gesendet werden). In der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung basiert diese Startzeit auf dem genauen Zeitreferenzsignal und einer vorgegebenen Ausbreitungsverzögerung, im allgemeinen geringfügig größer als die erwartete Maximalverzögerung für die Zwischenverbindungen in dem Verteilungssystem 205. Zusätzlich zu der Startzeit wird eine Phasenzahl entsprechend des Phasenwinkels des ausgewählten Ruftons hinzugerechnet. Die selektive Rufton-Phasenwinkelzahl entspricht der Phase des Tons, der an der gegebenen Startzeit erforderlich ist. Die Startzeit und die Phasenzahl werden dann mit der digitalen Darstellung des ursprünglichen Nachrichtensignals kombiniert, um ein Nachrichtenpaket zu bilden, und, zum Beispiel über die Zwischenverbindungen 224, 226, zu einem oder mehreren Fernstationssendern 208, 210 innerhalb des Simultanfunktübertragungssystems gesendet.

Um die Startzeit und die Phasenzahl zu berechnen, müssen zwei Konstanten und zwei Variable durch das System geführt werden. Die Konstanten sind die Datenrahmenperiode, F_p , und die Tonfrequenz, T_t , während die Variablen die anfängliche Startzeit, $T_{initial}$, und die Rahmenzahl relativ zu dem ersten Startrahmen, F_n , sind. Die späte Eingangsstartzeit, wird wie folgt berechnet:

$$T_{late-entry} = [(F_p \cdot F_n) + T_{initial}] \text{ Modulo } T_{1sec}$$

wobei T_{1sec} eine ganze Zahl ist, die 1 Sekunde des Startfensters darstellt.

Die Phase des Niederfrequenztons wird durch Berechnung der Phasenzahl und der Phasenversetzung, PH_{offset} , berechnet und nach jedem Datenübertragungsrahmen eingefügt. Aufgrund der Abhängigkeiten der Festpunktarithmetik sollte die Phase als ein rationaler Bruch geführt werden (die Phasenführung unter Verwendung eines 24-Bit-Festpunktbruchteils kann einen 1 Mikrosekundenfehler alle 10 Minuten für einen 200 Hz-Ton bewirken). Tatsächlich sollte die Periode des Datenübertragungsblocks in Form eines Bruchs dargestellt werden, wenn die Phasenzahl berechnet wird. Zum Beispiel wird angenommen, daß die Datenrate 9600 Bits/sec und die Datenblocklänge 1728 Bits beträgt. Die Datenblockperiode würde dargestellt werden als

$$F_p = 1728/9600 \text{ sec} = 9/50 \text{ sec.}$$

Ähnlich würde, falls der Niederfrequenzton 192,4 Hz beträgt, die Tonfrequenz dargestellt werden als

$$T_f = 1924/10 \text{ Hz} = 962/5 \text{ Hz.}$$

PH_{offset} wird unter Verwendung der Bruchdarstellung von T_f und F_p durch Heranziehung des Bruchteils des Produkts in reduzierter Form berechnet. Zum Beispiel wird, falls die Werte für F_p und T_f wie vorstehend genommen werden, PH_{offset} durch die nachfolgende Formel berechnet, und zwar unter Annahme einer Null-Anfangsphase.

$$PH_{\text{offset}} = \text{Bruch}(T_f \cdot F_p) = \text{Bruch}[(9/50) \cdot (962/5)] \\ = \text{Bruch}(34 + 158/250) = 79/125.$$

Die Zahl der diskreten Phasenversetzungen, die der Ton annehmen kann, ist in dem Nenner von PH_{offset} vorhanden. Schließlich kann die späte Eingangsphase, $PH_{\text{late-entry}}$, berechnet werden durch

$$PH_{\text{late-entry}} = \text{Bruch}(F_n \cdot PH_{\text{offset}}).$$

Die Verwendung der rationalen Brüche ermöglicht diesem System eine absolute Genauigkeit für den verspäteten Eingang (late entry) des Niederfrequenztons, insbesondere dann, wenn der Simultanfunkturf mehrere Stunden dauert.

Das Nachrichtenpaket(-bündel) enthält nur einen kleinen Teil der vollständigen Kommunikationsnachricht, und verschiedene Nachrichtenpakete werden gesendet, um eine vollständige Kommunikationsnachricht zu übermitteln. Jedes Kommunikationspaket besitzt eine einzige Zeitmarke entsprechend der Angabe, wann der Sender die Information in dem Paket senden sollte, und eine selektive Rufton-Phasenzahl entsprechend der Phasenzahl, zu der der selektive Rufton an der entsprechenden Startzeit sein sollte. Die Startzahl und die selektive Rufton-Phasenzahl sind in jedem Nachrichtenpaket so enthalten, daß ein Sender in der Lage sein wird, nach einer zeitweiligen Unterbrechung der Nachrichtenverbindung zwischen der zentralen Stelle und dem Sender eine Resynchronisation vorzunehmen. In ähnlicher Weise empfängt die Antenne 207 in Verbindung mit dem Empfänger 221 ein Zeitreferenzsignal, das dann durch den Fernstationssender 208 als eine exakte oder absolute Zeitreferenz verwendet wird. Mit dem Erhalt des Nachrichtenpakets zerlegt beispielsweise der Sender 208 die Startzeit und die selektive Rufton-Phasenzahl und rekonstruiert das ursprüngliche Nachrichtensignal, indem eine digitale Darstellung verwendet wird, die in dem Nachrichtenpaket gesendet wird. Die selektive Rufton-Phasenzahl wird dazu verwendet, einen Ton zu generieren, dessen Phase die Phase sein wird, die durch die Phasenzahl an der Startzeit gegeben wird. Dieser Ton wird mit der ursprünglichen Nachricht aufsummiert und in den Übertragungspuffer eingegeben. Dann wird ein Vergleich zwischen der momentanen, absoluten Zeit, die durch den Zeitreferenzsignalempfänger 221 gebildet wird, und der Startzeit, die von der Steuereinheit empfangen wird, vorgenommen. Wenn diese jeweiligen Zeiten identisch sind, überträgt die Antenne 212 das rekonstruierte Nachrichtensignal zu dem Abdeckungsflächenbereich für diesen Sender, wodurch im wesentlichen identische Übertragungszeiten unter allen aktiven Fernstationseinheiten sichergestellt werden. Die Zeitsignale, die von dem GPS empfangen werden, sind typischerweise phasensynchronisiert innerhalb

von 100 Nanosekunden. Allerdings kann die Phasendifferenz zwischen den vorhandenen Phasenverriegelungsschleifen (Phase-Locked-Loops — PLLs) an den verschiedenen Empfangsstationen auf bis zu 325 Nanosekunden erhöht werden, wodurch sich eine Zeitdifferenz im schlechtesten Fall von etwa 425 Nanosekunden ergibt.

Bei der bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird eine hochgenaue und präzise Zeitquelle verwendet, beispielsweise wie diejenige, die in einem globalen Ortungssystem (Global Positioning System — GPS) verwendet wird. Da diese absolute Zeitreferenz unabhängig zu beiden der sendenden (Steuereinheit 204) und der empfangenden (Fernempfangsstationssender 208, 210) Endpunkten gesendet werden, können die Zwischenverbindungen 224, 226, aus denen das Verteilungssystem 205 aufgebaut ist, billige, zeitveränderliche Medien umfassen, zum Beispiel öffentlich geschaltete Telefonnetzwerkleitungen (Public Switched Telephone Network — PSTN). Auch können billige, handelsübliche Modems zur Durchführung von senderseitigen und empfangsseitigen Protokollen verwendet werden.

Weiterhin führt die Verwendung eines solchen Verteilungssystems 205, um Hardware-Kosten zu sparen, zu einem System, das nicht die kostenintensive Unterhaltung eines typischen Mikrowellenverteilungssystems erfordert.

Fig. 2 zeigt ein vereinfachtes Blockschaltbild der inneren Bauteile einer Steuereinheit 204. Die GPS-Antenne 203 wird dazu verwendet, Präzisionszeitreferenzsignale von einem Erdumlaufsatelliten 201 zu empfangen. Ein Referenzsignal 312 (F_{ref}) und ein Zeitreferenzsignal 314 (T_{ref}) werden dann durch den GPS-Zeitgeberempfänger 219 erzeugt. Das F_{ref} -Signal wird dann als Eingangssignal zu einem typischen PLL-Schaltkreis 302 verwendet, um ein Takteingangssignal 316 zu bilden, das dann als Zeiteingangssignal zu einem Taktgenerator 304 verwendet wird. Der Taktgenerator 304 verwendet das Takteingangssignal 316 und das T_{ref} -Signal 314, um das interne, absolute Zeitsignal zu aktualisieren, das dazu dient, die Takte innerhalb der verschiedenen Empfangsstationen zu synchronisieren, üblicherweise innerhalb von 425 Nanosekunden. Weiterhin sendet der Taktgenerator 304 ein Master-Synchronisations-Eingangssignal 320 zu dem Kombinator 306, das zusammen mit dem T_{ref} -Signal 314 dazu verwendet wird, um eine Zeitmarke, die mit dem Nachrichtensignal 318 kombiniert wird, zu bilden. Auch wird das Takteingangssignal 316 als ein Eingangssignal zu einem Division-durch-n-Schaltkreis 310 verwendet, der dann die Datenrate bildet, mit der das Nachrichtenpaket zu dem Verteilungssystem 205 übertragen wird. In der bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beträgt die Frequenz des Takteingangssignals 316 3,072 MHz, das dann unter Verwendung eines Durch-320-Teilungsschaltkreises eine 9,6 kHz Datenraten an dem Verteilungssystem 205 bildet. Natürlich kann irgendeine Kombination an Frequenzen und ein Schaltkreis verwendet werden, um die gewünschten Ergebnisse für ein gegebenes Verteilungssystem zu erzeugen. Weiterhin kann dieses Datenfolgetaktschema durch das Verteilungssystem selbst gebildet werden.

Fig. 3 stellt eine Hardware-Anordnung einer Fernstationssendereinheit 208 gemäß der vorliegenden Erfindung dar. Ähnlich der Ausführungsform der Steuereinheit erzeugt der GPS-Empfänger 221 mit einem Empfang des GPS-Präzisionszeit-Referenzsignals das Fre-

quenzreferenzsignal 405 und das Zeitreferenzsignal 407. Das Frequenzreferenzsignal 405 wird in Verbindung mit einem typischen PLL-Schaltkreis 425 dazu verwendet, die Stationsfrequenzreferenz für den Sender 208 zu erzeugen, der, in der bevorzugten Ausführungsform mit 14,4 MHz arbeiten kann. Das Frequenzreferenzsignal 405 wird ebenfalls wie in der Steuereinheit in Verbindung mit einem PLL-Schaltkreis 427 verwendet, um ein Takteingangssignal 409 für den Taktgenerator 403 zu bilden. Ein solcher Taktgenerator erzeugt ein Master-Synchronisations-Eingangssignal 411, ein konvertiertes Takteingangssignal 413 und ein Empfangsdatentaktsignal 415, die in der bevorzugten Ausführungsform dazu verwendet werden, Synchronisations- und Taktdaten an die signalverarbeitenden Baukomponenten zu übertragen; Prozessoreinheit 417 und D/A-Wandler 419 (z. B. Motorola Codec Model No. MC145402).

Mit der Ankunft des Nachrichtenpakets an dem Fernstationssender 208 trennt der Prozessor 417 das Nachrichtenpaket in seine Unterkomponenten auf: digitale Nachrichtendaten, die das Nachrichtensignal darstellen, Startzeitdaten und die selektive Rufton-Phasenzahl. Es ist anzumerken, daß das Nachrichtenpaket auch zusätzliche Informationen enthalten kann, wie beispielsweise Steuerdaten, Diagnostikdaten, usw. Der selektive Rufton der geeigneten Phase wird unter Verwendung der Informationen erzeugt, die durch die selektive Rufton-Phasenzahl geliefert werden, und der Ton wird mit dem Nachrichtensignal aufsummiert. Das Nachrichtensignal plus dem selektiven Rufton wird dann in einen Datenpuffer 401 eingegeben, bei dem es sich um einen First-in-First-out (FIFO)-Puffer handeln kann. Das Nachrichtensignal plus dem selektiven Rufton wird in dem Datenpuffer festgehalten, bis die momentane Zeit des Tags, die durch Manipulation des Zeitreferenzsignals 407 geliefert wird, exakt mit der Startzeit, die in dem Nachrichtenpaket vorhanden ist, übereinstimmt. Wenn dieser Zustand besteht, werden die Nachrichtendaten durch den D/A-Wandler 419 hindurchgeführt, um das ursprüngliche Nachrichtensignal zu rekonstruieren. Das rekonstruierte Nachrichtensignal wird dann über einen Sender 421 zu dem Überdeckungsflächenbereich abgesandt, der durch die Lage des Fernstationssenders festgelegt wird.

Fig. 5 zeigt ein Flußdiagramm 500, das die Betriebsweise der Steuereinheit 204 darstellt. Der Ablauf beginnt mit einem selektiven Fernsprechruf oder einer Privatleitungs-(PL)Frequenzinformation 702 an die Fernstationssender 208 und 210.

Dies kann durch eine Signalübertragung zwischen der Steuereinheit und dem Sender oder durch Programmierung der Frequenz in die Steuereinheit und dem Sender mit deren fertigungsgemäßen Herstellung durchgeführt werden. Es folgt ein Zustandsabfrageblock 704, der eine Bewertung vornimmt, ob es Zeit ist, einen Ruf zu beginnen. Dies kann durch Prüfung des Vorliegens eines Nachrichtenpakets innerhalb einer Kommunikationsnachricht, die übertragen werden soll, bewertet werden. Der NEIN-Ausgang führt zu dem Eingang des Blocks 704 zurück. Dem JA-Ausgang folgen in Form einer Berechnung der Startzeit und der Startphase des selektiven Ruftons die Blöcke 706 und 707. Der Block 708 kombiniert die Nachrichtensignale mit der Startzeit- und Startphasen-Information, um ein Nachrichtenpaket zu bilden. Der Ausgang des Blocks 708 wird dem Block 710 zugeführt, wo das Nachrichtenpaket zu den Senderstationen 208, 210, ... über Leitungen 224, 226, ... gesendet wird.

Ein Zustandsblock 712 bestimmt, ob das letzte Nachrichtenpaket gesendet wurde. Der JA-Ausgang, der eine erfolgreiche Übertragung anzeigt, wird mit dem END-Block 722 verbunden. Der NEIN-Ausgang wird den Blöcken 714 und 716 zugeführt, wo die aktuelle Startzeit und die aktuelle PL-Startphase berechnet werden. Die Steuereinheit kombiniert dann das Nachrichtensignal mit der Startzeit und der PL-Startphasen-Information über den Block 718, um ein Nachrichtenpaket zu bilden, das an das Verteilungssystem abgesandt werden soll. Das Nachrichtenpaket wird dann am Block 720 über mindestens eine der Zwischenverbindungen 224, 226, ... zu einer oder mehreren der Fernstationssender 208, 210, ... gesendet.

Die Betriebsweise des Fernstationssenders ist in Fig. 4 als Flußdiagramm 600 dargestellt. Der Sender erhält anfänglich eine PL-Frequenzinformation von der Steuereinheit, Block 602. Wiederum kann dies durch eine Signalisierung in Form eines Sendens der PL-Frequenz (T_f ist die Frequenz des PL-Tons) als Teil des Nachrichtenpakets zwischen der Steuereinheit und dem Sender oder durch Programmierung der Frequenz in die Steuereinheit und den Sender bei dessen Herstellung erfolgen. Diesem Block folgt ein Zustandsblock 604, der ermittelt, falls ein Nachrichtenpaket vorliegt, das anzeigt, daß eine Kommunikationsnachricht übertragen werden muß. Der NEIN-Ausgang wird zu dem Eingang des Zustandsblocks 604 zurückgeführt. Der JA-Ausgang wird mit dem Block 606 verbunden, wo das Nachrichtenpaket getrennt wird. Der Fernstationssender trennt das Nachrichtenpaket in Startzeitdaten, PL-Startphaseninformationen und digitale Nachrichtendaten auf und entfernt alle anderen Daten, die nicht für die Simultanfernübertragung notwendig sind (z. B. Diagnostikdaten, Steuerinformationen, usw.). Die digitalen Nachrichtendaten werden temporär gespeichert. Unter Verwendung der PL-Phasenzahl wird ein Ton mit der geeigneten Phase erzeugt. Dies wird durch den Start eines Oszillators durchgeführt, der so eingestellt ist, daß er die Frequenz T_f an der Phase, die durch die Phasenzahl gegeben ist ($PH_{late-entry}$), erhalten soll, ein nach dem Stand der Technik bekanntes Verfahren der digitalen Frequenzerzeugung. Dieser Ton wird dann zu den Nachrichtendaten, die übertragen werden sollen, hinzugefügt. Der Ausgang des Blocks 612 wird mit dem Block 614 verbunden, wo die momentane absolute Zeit bestimmt wird, indem das Präzisionszeitreferenzsignal verwendet wird, bevor das Programm zu dem Entscheidungsblock 616 übergeht, wo bestimmt wird, ob oder ob nicht die momentane absolute Zeit dieselbe wie die Startzeit ist. Falls dies nicht der Fall ist, kehrt das Programm des Fernstationssenders zu dem Block 614 zurück, um die aktualisierte momentane Zeit zu erhalten, wonach es zu dem Entscheidungsblock 616 übergeht. Falls die absolute Zeit äquivalent der Startzeit ist, JA an dem Ausgang des Blocks 616, wird das Nachrichtensignal über den Block 618 in eine äquivalente Form rekonstruiert, indem die digitalen Nachrichtendaten verwendet werden. Der Fernstationssender übermittelt dann das rekonstruierte Äquivalent des Nachrichtensignals mit der Phase des PL-Signals, das genau mit den anderen Senderstation übereinstimmt, bevor das Programm in dem Block 622 endet.

Patentansprüche

1. Simultanfunkübertragungssystem zur Übertragung von Nachrichtensignalen, die selektive Ruftö-

ne umfassen, die von einer Nachrichtenquelle ausgehen, zu einem geographischen Flächenbereich, wobei das Simultanfunkübertragungssystem folgende Merkmale aufweist:

- eine Steuereinheit, die mit einer Nachrichtenquelle und einer Mehrzahl von Fernstationssendern verbunden ist, um zwischen diesen Nachrichtensignalen auszutauschen;
- eine Mehrzahl von Zwischenverbindungen, die zwischen der Steuereinheit und der Mehrzahl der Fernstationssender verbunden sind, die damit verbundene Ausbreitungsverzögerungszeit-Charakteristiken aufweisen;
- Einrichtungen zum Empfangen eines Präzisionsreferenzzeitsignals;
- Einrichtungen zur Berechnung einer Startzeit basierend auf dem Präzisionsreferenzzeitsignal und einer vorgegebenen Ausbreitungsverzögerungszeit;
- Einrichtungen zur Berechnung der Startphase der selektiven Ruftöne, um mindestens einem der Mehrzahl der Fernstationssender zu ermöglichen, im wesentlichen die exakte Phase des selektiven Ruftons zu bestimmen;
- Einrichtungen, die mit der Steuereinheit verbunden sind, zum Auffangen der Nachrichtensignale und zur Verbindung der aufgefangenen Nachrichtensignale mit der Startzeit und der Startphaseninformation der selektiven Ruftöne, um ein Nachrichtenpaket zu bilden; und
- Einrichtungen zum Senden des Nachrichtenpakets zu mindestens einer der Mehrzahl der Fernstationssender über mindestens eine der Vielzahl der Zwischenverbindungen.

2. Simultanfunkübertragungssystem nach Anspruch 1, wobei die vorgegebene Ausbreitungsverzögerungszeit im wesentlichen gleich einer maximalen Ausbreitungsverzögerungszeit ist, die der Mehrzahl der Zwischenverbindungen zugeordnet ist.

3. Simultanfunkübertragungssystem nach Anspruch 1, wobei mindestens eine der Mehrzahl der Zwischenverbindungen einen Mikrowellenkommunikationskanal umfaßt.

4. Simultanfunkübertragungssystem nach Anspruch 1, wobei mindestens eine der Mehrzahl der Zwischenverbindungen öffentlich geschaltete Telefonnetzwerk-(PSTN-)Leitungen umfaßt.

5. Simultanfunkübertragungssystem nach Anspruch 1, wobei mindestens eine der Mehrzahl der Zwischenverbindungen ein faseroptisches Übertragungsmedium umfaßt.

6. Simultanfunkübertragungssystem nach Anspruch 1, wobei die Einrichtungen zum Empfang eines Präzisionsreferenzzeitgebersignals einen geeigneten Navigationsempfänger, wie beispielsweise einen Global-Positioning-System-(GPS)-Empfänger, umfassen.

7. Steuereinheit zur Verwendung in einem Simultanfunkübertragungssystem, wobei die Steuereinheit mit einer Nachrichtenquelle verbunden ist und über eine Mehrzahl von Zwischenverbindungen, die damit verbundene Ausbreitungsverzögerungszeit-Charakteristiken besitzen, mit einer Mehrzahl von Sendern zum Übertragen von Nachrichtensignalen zu einem geographischen Flächenbereich verbunden ist, wobei die Steuereinheit folgende Merkmale umfaßt:

- Einrichtungen zum Aufnehmen von Nachrichtensignalen von der Nachrichtenquelle;
- Einrichtungen zum Aufnehmen eines Präzisionsreferenzzeitsignals und von Startphaseninformationen auf selektiven Ruftönen;
- Einrichtungen zur Berechnung einer Startzeit basierend zumindest teilweise auf dem Präzisionsreferenzzeitsignal und einer vorgegebenen Ausbreitungsverzögerungszeit;
- Einrichtungen zur Berechnung einer Phasenzahl, die der Startphase eines selektiven Ruftons zugeordnet ist, um mindestens einem der Mehrzahl der Fernstationssender zu ermöglichen, im wesentlichen die exakte Phase des ausgewählten Ruftons zu bestimmen;
- Einrichtungen zur Kombination der aufgefangenen Nachrichtensignale mit der Startzeit und der Phasenzahl, um ein Nachrichtenpaket zu bilden; und
- Einrichtungen zum Senden des Nachrichtenpakets zu mindestens einer der Mehrzahl der Fernstationssender über mindestens eine der Vielzahl der Zwischenverbindungen.

8. Steuereinheit nach Anspruch 7, wobei die Einrichtungen zur Kombination mindestens eine digitale Signalprozessoreinheit umfassen.

9. Fernstationssender zur Verwendung in einem Simultanfunkübertragungssystem, wobei der Fernstationssender mit einer zentralen Steuereinheit verbunden ist, die von einer Nachrichtenquelle ein Nachrichtensignal empfängt, das selektive Ruftöne, die zu einem geographischen Flächenbereich übertragen werden sollen, umfaßt, wobei der Fernstationssender von der zentralen Steuereinheit ein Nachrichtenpaket über eine Zwischenverbindung empfängt, wobei der Fernstationssender folgende Merkmale aufweist:

- Einrichtungen zur Trennung des Nachrichtenpakets in digitale Nachrichtendaten, selektive Ruftonstartphaseninformationen und eine Startzeit;
- Einrichtungen zur Speicherung der digitalen Nachrichtendaten;
- Einrichtungen zur Aufzeichnung der Startzeit;
- Einrichtungen zur Berechnung selektiver Ruftöne, die eine genaue Startphase enthalten, aus den Startphaseninformationen;
- Einrichtungen zur Rekonstruktion eines Äquivalents des Nachrichtensignals, das die digitalen Nachrichtendaten verwendet;
- Einrichtungen zum Empfang eines Präzisionsreferenzzeitsignals;
- Einrichtungen zur Ermittlung einer momentanen Zeit, die das Präzisionsreferenzzeitsignal verwendet;
- Einrichtungen zum Vergleich der momentanen Zeit mit der Startzeit; und
- Einrichtungen, die mit den Einrichtungen zum Vergleich zur Übermittlung des rekonstruierten Äquivalents des Nachrichtensignals zu dem geographischen Flächenbereich verbunden sind.

10. Verfahren zum Senden von Nachrichtensignalen von einer Steuereinheit in einem Simultanfunkübertragungssystem, wobei eine Steuereinheit mit einer Nachrichtenquelle verbunden und über eine Mehrzahl von Zwischenverbindungen, die zugehörige Ausbreitungsverzögerungscharakteristiken besitzen, mit einer Mehrzahl von Fernstationssendern verbunden ist, wobei jeder Sender, der zur Übertragung von Nachrichtensignalen positioniert

ist, die Startphaseninformationen auf selektiven Ruftönen zu einem bestimmten geographischen Flächenbereich enthält, wobei das Verfahren folgende Verfahrensschritte aufweist:

Auffangen der Nachrichtensignale von der Nachrichtenquelle; 5

Berechnung einer Startzeit basierend auf mindestens einem Teil eines empfangenen Präzisionsreferenzzeitsignals und einer vorgegebenen Ausbreitungsverzögerungszeit; 10

Berechnung einer Phasenzahl basierend auf der Startphase des selektiven Ruftons, um mindestens einem der Mehrzahl der Fernstationssender zu ermöglichen, im wesentlichen die exakte Phase des selektiven Ruftons zu bestimmen; 15

Kombination der aufgefangenen Nachrichtensignale mit der Startzeit und dem selektiven Rufton, um ein Nachrichtenpaket zu bilden; und

Übermittlung des Nachrichtenpakets zu mindestens einer der Mehrzahl der Sender über mindestens eine der Mehrzahl der Zwischenverbindungen. 20

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

25

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG. 1

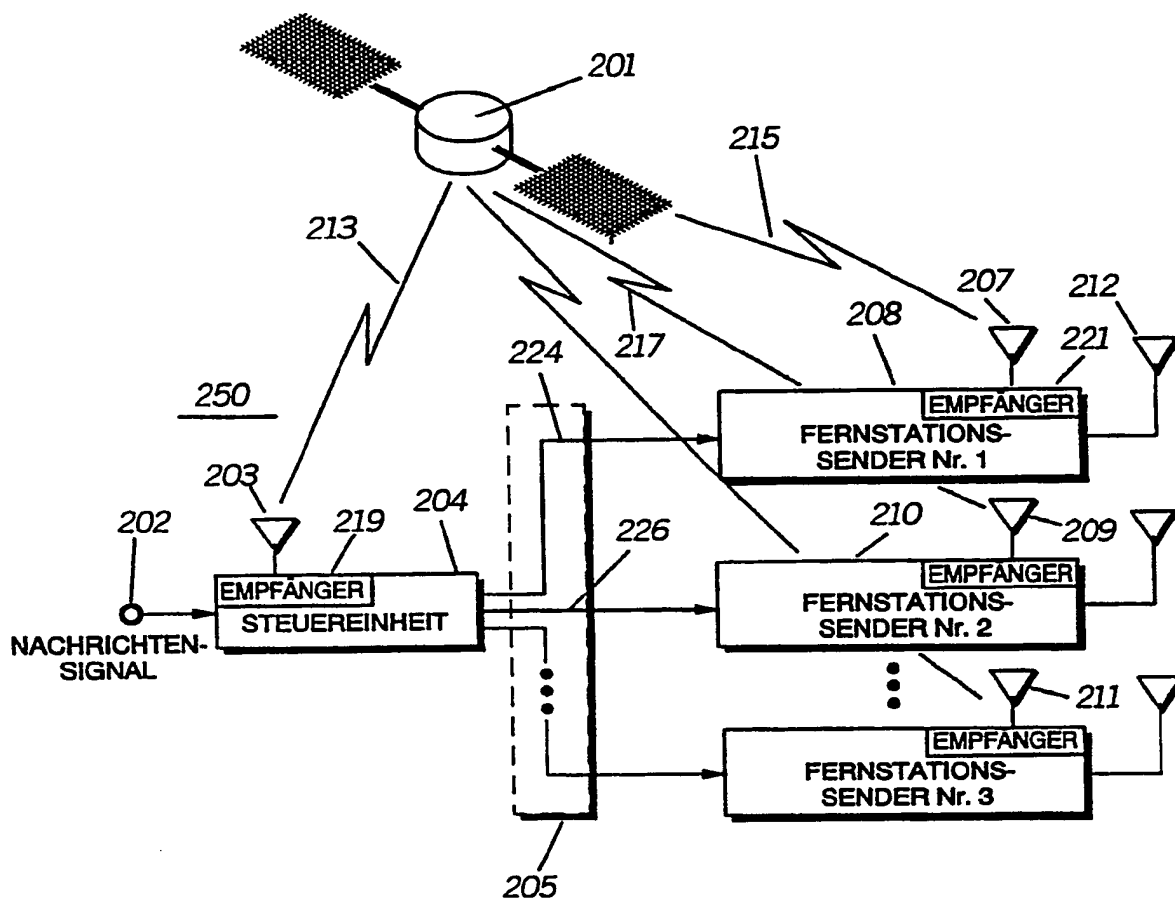


FIG. 2

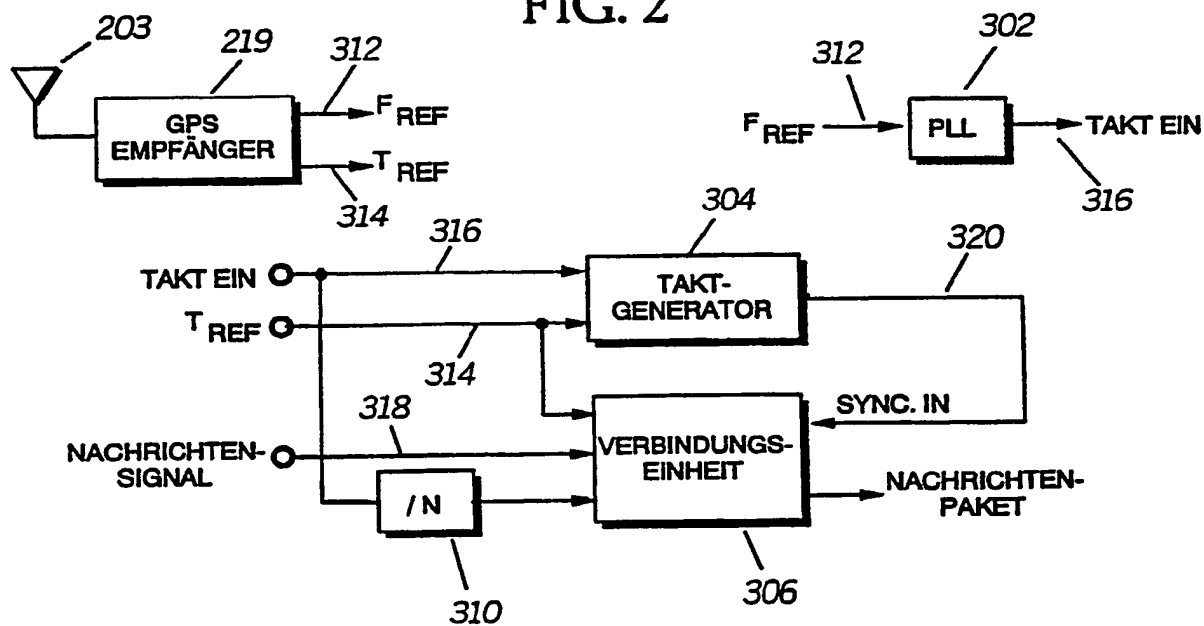


FIG. 3

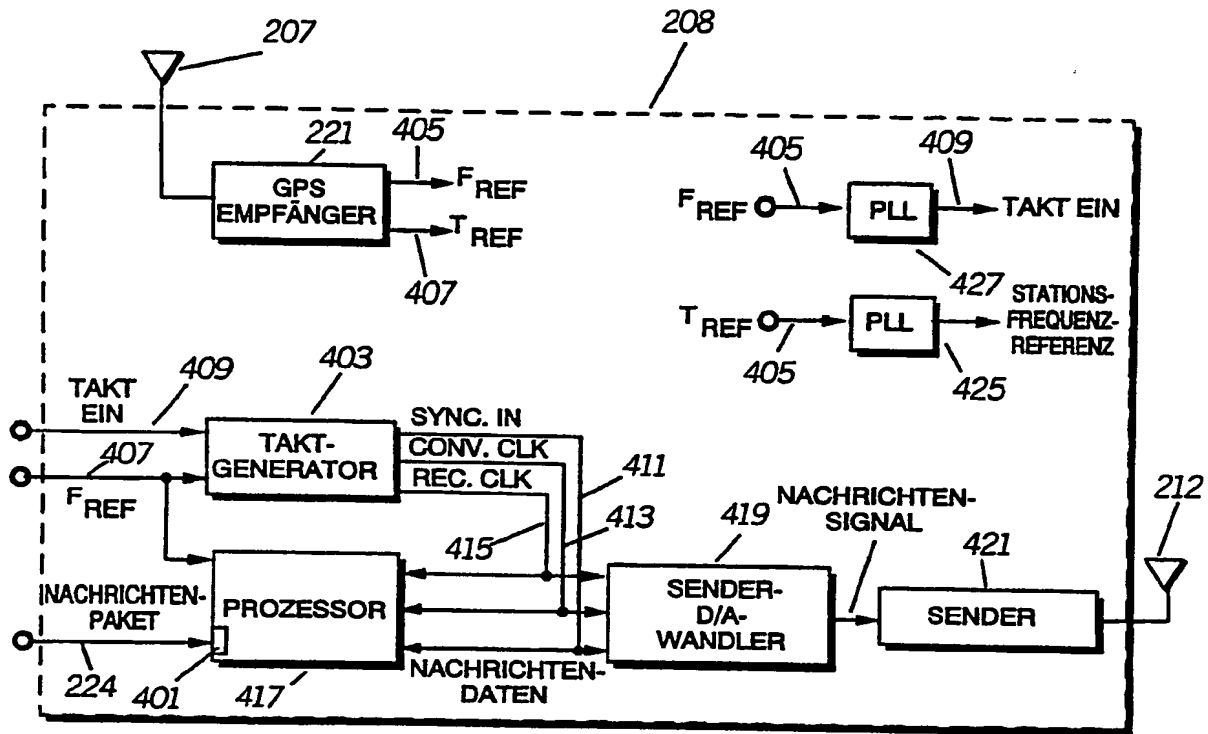


FIG. 4

600

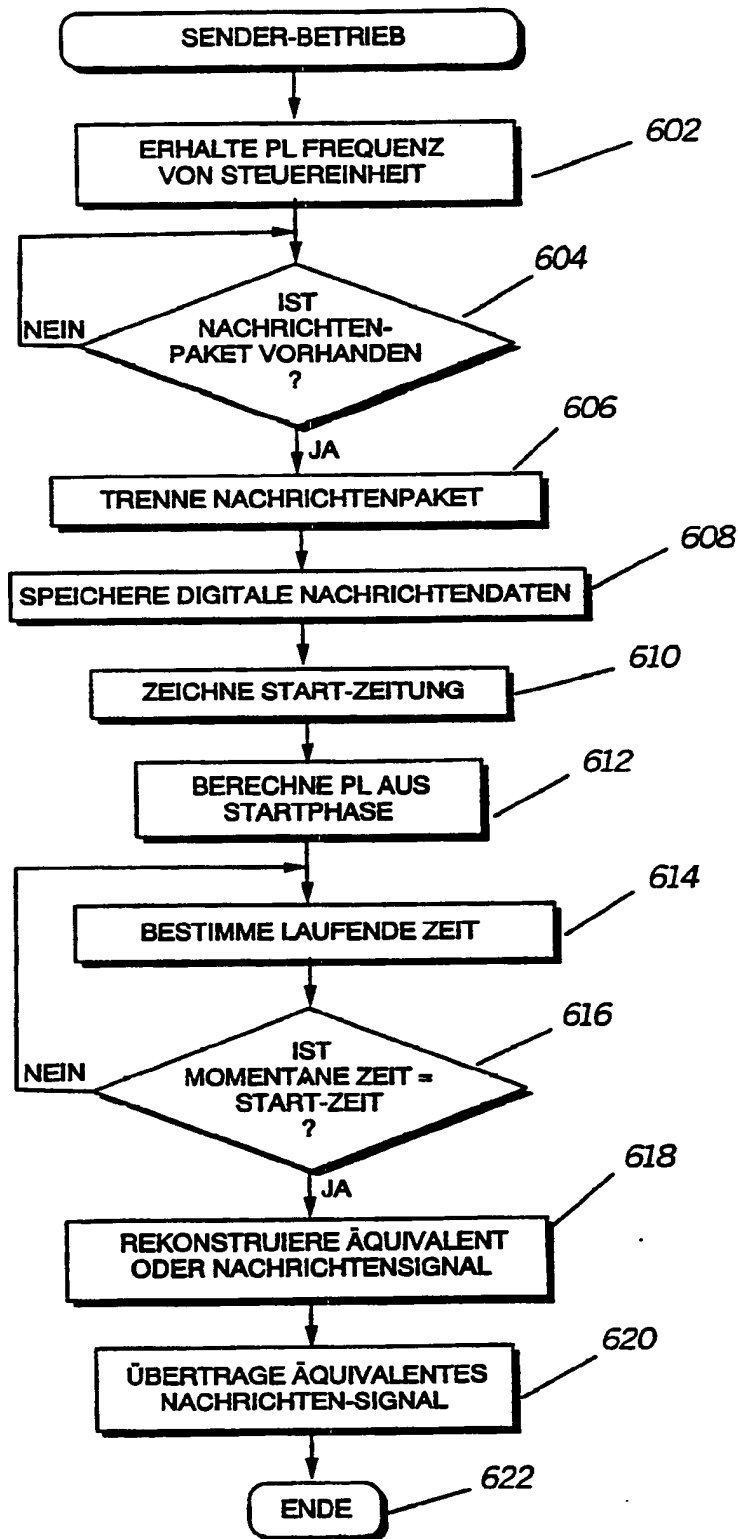


FIG. 5

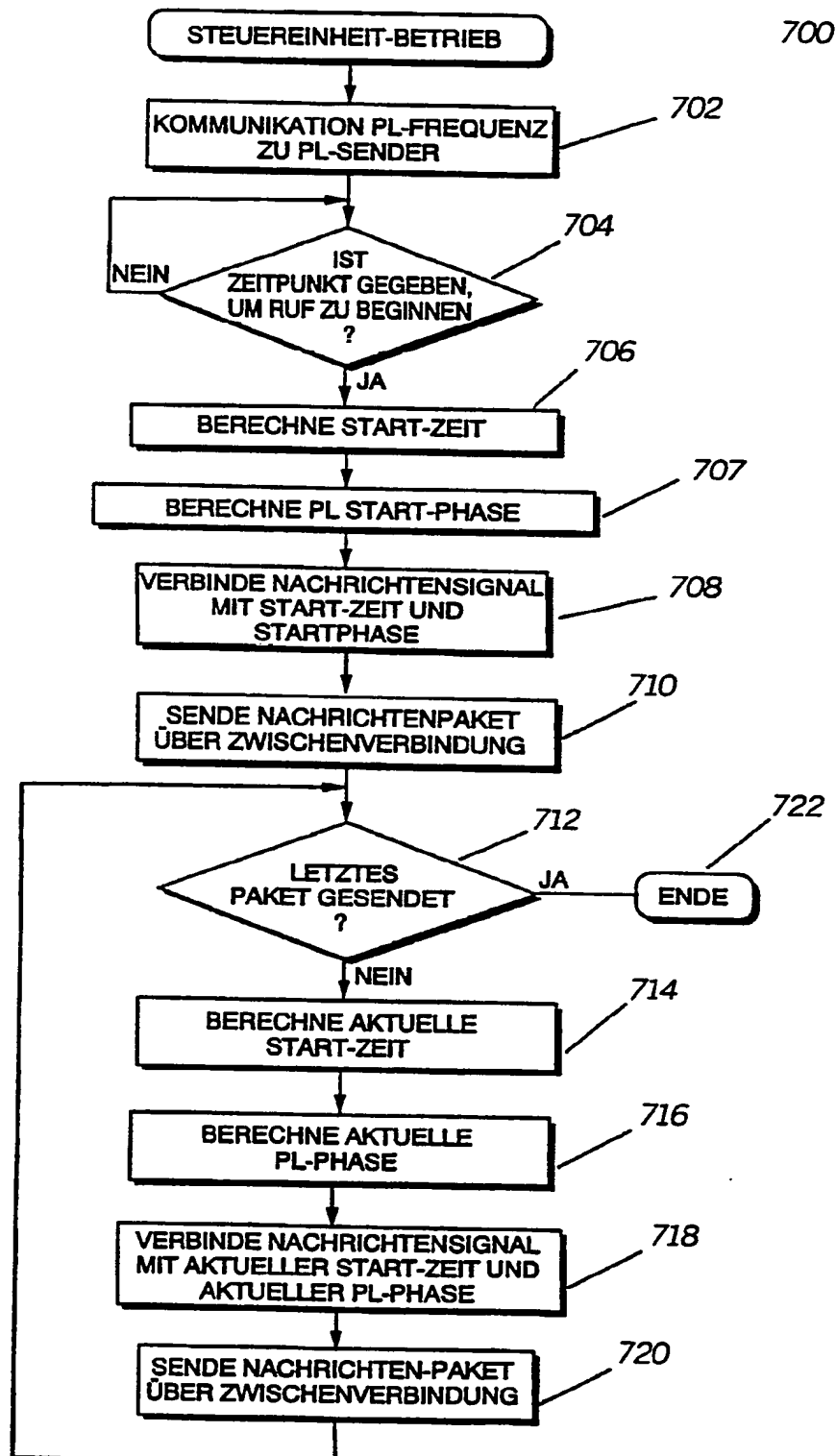


FIG. 6
STAND DER TECHNIK

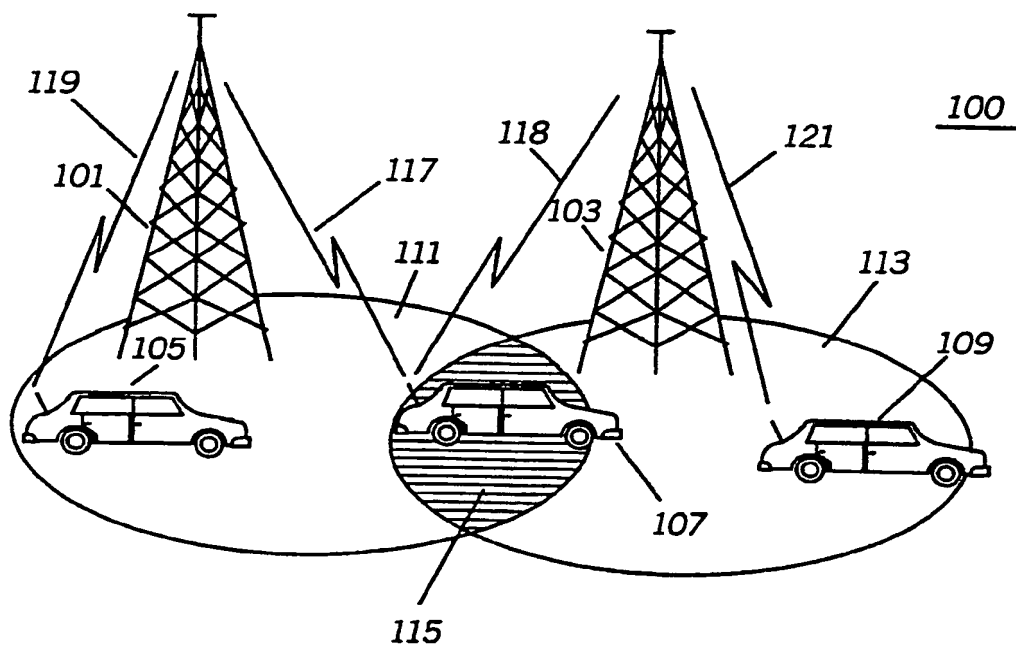


FIG. 7
STAND DER TECHNIK

